

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Hwa-Jun KIM et al

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: October 3, 2003

Examiner:

For: OFF-TRACK RETRY METHOD IN HARD DISK DRIVE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Korean Patent Application No(s). 2002-61493

Filed: October 9, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

By:

  
Michael D. Stein  
Registration No. 37,240

Date: October 3, 2003

1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0061493  
Application Number PATENT-2002-0061493

출원년월일 : 2002년 10월 09일  
Date of Application OCT 09, 2002

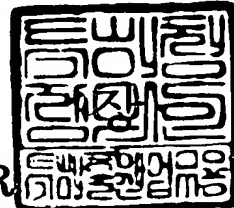
출원인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2002 년 10 월 29 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0008
【제출일자】	2002. 10. 09
【국제특허분류】	G11B
【발명의 명칭】	하드디스크 드라이브의 오프트랙 리트라이 방법
【발명의 영문명칭】	Retry method for copying with a offtrack error in HDD
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김화준
【성명의 영문표기】	KIM, Hwa Jun
【주민등록번호】	750215-1155411
【우편번호】	442-370
【주소】	경기도 수원시 팔달구 매탄동 1203-1 203호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조재덕
【성명의 영문표기】	CHO, Jae Deog
【주민등록번호】	650220-1149111
【우편번호】	442-373

**【주소】** 경기도 수원시 팔달구 매탄3동 873번지 효원빌라 나동 207호  
**【국적】** KR  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
 이영필 (인) 대리인  
 이해영 (인)

**【수수료】**

<b>【기본출원료】</b>	15 면	29,000 원
<b>【가산출원료】</b>	0 면	0 원
<b>【우선권주장료】</b>	0 건	0 원
<b>【심사청구료】</b>	4 항	237,000 원
<b>【합계】</b>	266,000 원	

**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 하드디스크 드라이브의 에러 복구 방법에 관한 것으로서 특히 오프트랙(offtrack)에 의한 실패를 복구하기 위한 오프트랙 리트라이 방법에 관한 것이다.

디스크 드라이브에서 오프트랙 에러에 의한 리드 에러를 복구하기 위한 오프트랙 리트라이 방법에 있어서, 오프트랙량을 변화시켜가면서 리드 게인(read gain) 특성을 추출하는 과정; 추출된 리드 게인 특성을 참조하여 오프트랙량 즉, 오프트랙의 방향 및 정도를 결정하는 과정; 결정된 오프트랙량을 적용하여 데이터를 리드하는 과정; 및 읽어낸 데이터가 정상적인 지를 판단하고 그 결과에 따라 에러 복구 여부를 판단하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 오프트랙 리트라이 방법에 의하면 리드 에러가 발생한 위치에서의 오프트랙량을 정확하게 측정하고, 측정된 오프트랙량에 따라 헤드를 오프트랙시켜 데이터를 리드하도록 함으로써 최적의 리트라이 동작을 제공할 수 있게 한다.

**【대표도】**

도 3

**【명세서】****【발명의 명칭】**

하드디스크 드라이브의 오프트랙 리트라이 방법(Retry method for copying with a offtrack error in HDD)

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 종래의 오프트랙 리트라이 방법을 적용한 예를 보이는 흐름도이다.

도 2는 본 발명에 따른 오프트랙 리트라이 방법을 적용하는 예를 도식적으로 보이기 위한 흐름도이다.

도 3은 본 발명에 따른 오프트랙 리트라이 방법을 보다 상세히 보이기 위한 흐름도이다.

도 4(a) 및 도 4(b)는 본 발명에 따른 오프트랙 리트라이 방법에 있어서 리드 게인 특성을 추출하는 과정을 도식적으로 설명하기 위해 제시된 것이다.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <5> 본 발명은 하드디스크 드라이브의 에러 복구 방법에 관한 것으로서 특히 오프트랙(offtrack)에 의한 에러를 복구하기 위한 오프트랙 리트라이 방법에 관한 것이다.
- <6> 하드디스크 드라이브에서 데이터는 섹터 단위로 기록된다. 데이터 기록/독출시 원하는 섹터에서 데이터를 기록/독출하는 데 실패하면 즉, 에러가 발생하면 하드디스크 드

라이브는 미디어(media)가 한 바퀴 돌아 원하는 섹터가 다시 돌아올 때 재차 기록/독출을 시도를 하게 되는 바 이를 retry(에러 복구)라 한다.

<7> 하드디스크 드라이브에서는 에러 발생시 에러를 야기시킬 수 있는 다양한 에러 원인에 대한 리트라이 방법들이 구비되어 있으며 오프트랙 리트라이도 이들 방법들 중의 하나이다.

<8> 여기서, 오프트랙 에러란 데이터가 정상적으로 즉, 트랙 중심에 기록되지 못하고 트랙 중심으로부터 벗어나서 기록되며 그 벗어난 정도가 정상적인 트랙킹에 의해서는 읽혀질 수 없는 정도인 경우에 발생하는 에러를 말한다.

<9> 하드디스크 드라이브에 데이터를 기록함에 있어서, 드라이브 내외의 RRO(Repeatable Run Out, 특정 현상이 반복적으로 나타나는 것)나 NRRO(NonRepeatable Run Out, 특정 현상이 불규칙적으로 나타나는 것) 성분에 의해서 데이터가 트랙의 중심에서 벗어나서 즉, 오프트랙(off track)되어 기록될 수 있으며 이 경우 헤드를 트랙의 중심에 정렬시켜 독출하는 통상적인 트랙킹에 의해서는 오프트랙되어 기록된 데이터를 읽을 수 없게 된다.

<10> 도 1은 종래의 오프트랙 리트라이 방법을 적용한 예를 보이는 흐름도이다.

<11> 호스트(host)로부터 디스크의 특정 어드레스를 읽어내기 위한 디스크 리드 커맨드(read command)가 인가된다. (s102)

<12> 만일 해당 어드레스에서 데이터가 오프트랙되어 기록되어 있다면 정상적인 방법으로는 이를 읽어낼 수 없기 때문에 리드 에러(read error)가 발생한다.(s104)

- <13> 리드 에러를 발생시키는 원인들은 오프트랙 이외에도 여러 가지가 있을 수 있으며, 하드디스크 드라이브는 리트라이 루틴에서 여러 가지 에러 복구 방법들은 수행하게 된다. 오프트랙 리트라이 과정은 리트라이 루틴에서 수행되는 여러 가지 에러 복구 방법들 중의 하나이다.
- <14> 리드 에러가 발생하면 하드디스크 드라이브는 발생된 리드 에러를 복구하기 위하여 미리 구비된 여러 가지 리트라이 방법들을 수행하게 되며, 종국적으로 오프트랙 리트라이 동작을 수행하게 된다.(s106)
- <15> 종래의 오프트랙 리트라이 방법에 의하면 헤드를 강제적으로 트랙중심으로부터 일정량만큼 좌우로 오프트랙시켜 읽어낸 후에 데이터가 정상적으로 읽혀졌는 지 즉, 에러가 복구되었는 지를 판단한다. 통상적으로는 헤드를 트랙의 중심으로부터 15%만큼 이동시켜 데이터를 읽어내게 된다. 여기서, 오프트랙의 정도는 트랙 피치에 대한 백분율로서 구해지며, +/-는 오프트랙의 방향을 나타낸다.
- <16> 데이터가 제대로 읽혀졌는 지를 판단한다.(s108)
- <17> 만일 데이터가 정상적으로 읽혀졌다면 다음 명령을 수행하고(s110), 그렇지 않으면 리드 실패(read fail)를 통지한다.(s112)
- <18> 도 1의 흐름도를 통하여 설명된 바와 같이 종래의 오프트랙 에러 복구 방법에 의하면 임의로 정해진 오프트랙량을 적용하여 +/-방향으로 한번씩 데이터를 읽어보고 나서 데이터가 정상적으로 읽혀졌는 지를 판단하게 된다.

<19> 하드디스크 드라이브의 입장에서는 해당 어드레스에서 데이터가 얼마만큼 오프트랙 되어 기록되어 있는 지를 알 수가 없기 때문에 임의의 오프트랙량을 적용하여 +/-방향으로 한번씩 두 번 데이터를 읽어보고, 읽어낸 데이터가 정상적인 것인지를 판단한다.

<20> 이러한 종래의 오프트랙 에러 복구 방법은 다음과 문제점을 가지고 있다.

<21> 먼저, 임의의 정해진 오프트랙량에 의해 데이터를 제대로 읽을 수 있는 확률이 적다는 것이다. 왜냐하면 임의로 정해진 오프트랙량은 실험적 근거에 의해 리드 성공 가능성이 가장 확률이 높은 량으로 결정되더라도 결코 최적의 것은 아니기 때문이다.

<22> 더구나, 위크 라이트(weak write)에 의한 에러가 중첩되어 있다면 임의의 오프트랙량을 적용할 경우 더더욱 리트라이가 성공할 확률이 저하되게 된다.

<23> 위크 라이트란 헤드에 정상적인 기록 전류를 인가하더라도 데이터가 정상적인 기록 강도를 갖도록 기록되지 못하는 것을 말한다. 예를 들면, 미디어의 물리적 특성상 저온에서는 보자력이 증가되기 때문에 위크 라이트가 발생되기 쉽다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<24> 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위하여 고안된 것으로서 오프트랙에 의한 리트라이 동작을 최적화하는 개선된 오프트랙 리트라이 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<25> 상기의 목적을 달성하는 본 발명에 따른 오프트랙 리트라이 방법은

<26> 디스크 드라이브에서 오프트랙 에러에 의한 리드 에러를 복구하기 위한 오프트랙 리트라이 방법에 있어서, 오프트랙량을 변화시켜가면서 리드 게인(read gain) 특성을 추

출하는 과정; 추출된 리드 게인 특성을 참조하여 오프트랙량 즉, 오프트랙의 방향 및 정도를 결정하는 과정; 결정된 오프트랙량을 적용하여 데이터를 리드하는 과정; 및 읽어낸 데이터가 정상적인 지를 판단하고 그 결과에 따라 에러 복구 여부를 판단하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

- <27> 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 구성 및 동작을 상세히 설명하기로 한다.
- <28> 도 2는 본 발명에 따른 오프트랙 리트라이 방법을 적용하는 예를 도식적으로 보이기 위한 흐름도이다.
- <29> 호스트(host)로부터 디스크의 특정 어드레스를 읽어내기 위한 디스크 리드 커맨드가 인가된다. (s202)
- <30> 만일 해당 어드레스에서 데이터가 오프트랙되어 기록되어 있다면 정상적인 방법으로는 이를 읽어낼 수 없기 때문에 리드 에러가 발생한다. (s204)
- <31> 리드 에러가 발생하면 하드디스크 드라이브는 리트라이 동작을 수행하게 되며 미리 구비된 여러 가지 에러 복구 방법들을 수행하게 되며, 종국적으로 본 발명에 따른 오프트랙 에러 복구 동작을 수행하게 된다. (s206)
- <32> 본 발명에 따른 오프트랙 에러 복구 방법에서는 해당 어드레스에서의 오프트랙량을 판단하고, 판단된 오프트랙량을 적용하여 데이터를 리드한다.
- <33> 이러한 데이터가 제대로 읽혀졌는 지를 판단한다. (s208)
- <34> 만일 데이터가 정상적으로 읽혀졌다면 다음 명령을 수행하고(s210), 그렇지 않으면 리드 실패가 된다. (s212)

- <35> 본 발명에 따른 오프트랙 에러 복구 방법에 의하면 리드에러가 발생한 위치에서 오프트랙량을 측정하고, 측정된 오프트랙량에 따라 데이터를 리드하게 되므로 오프트랙에 의한 리드에러에 대한 최적의 솔루션을 제공하게 된다.
- <36> 도 3은 본 발명에 따른 오프트랙 리트라이 방법을 보다 상세히 보이기 위한 흐름도이다.
- <37> 본 발명에 따른 오프트랙 리트라이 방법은 도 3에 도시된 바와 같이 오프트랙량을 변화시켜가면서 리드 게인(read gain) 특성을 추출하는 과정(s302), 추출된 리드 게인 특성을 참조하여 오프트랙의 방향 및 정도를 결정하는 과정(s304), 결정된 오프트랙량을 적용하여 데이터를 리드하는 과정(s306), 그리고 읽어낸 데이터가 정상적인 지를 판단하고 그 결과에 따라 에러 복구의 성공 여부를 판단하는 과정(s308)을 포함한다.
- <38> 본 발명에 따른 오프트랙 에러 복구 방법에서는 해당 어드레스에서의 오프트랙량을 판단하고, 판단된 오프트랙량을 적용하여 데이터를 리드하므로 리트라이 동작을 최적화한다.
- <39> 도 4(a) 및 도 4(b)는 본 발명에 따른 오프트랙 리트라이 방법에 있어서 리드 게인 특성을 추출하는 과정을 도식적으로 설명하기 위해 제시된 것이다.
- <40> 오프트랙의 측정시에는 리드 게인을 이용하여 오프트랙의 방향과 정도를 측정한다.
- <41> 리드 게인 특성은 오프트랙량을 점진적으로 예를 들면 -20%, -10%, 0, +10%, +20%로 변화시키면서 각 오프트랙량에서의 리드 게인을 측정함에 의해 얻어진다.

- <42> 하드디스크 드라이브에 있어서, 디스크로부터 독출된 신호는 헤드 증폭기를 통하여 일정한 레벨을 갖도록 증폭된다. 따라서, 헤드 증폭기의 게인 즉, 리드 게인은 독출된 신호의 크기(amplitude)에 반비례하여 변화한다. 예를 들면, 신호가 작은 경우에는 리드 게인이 커지고, 신호가 큰 경우에는 리드 게인이 작아진다.
- <43> 도 4(a)에서 도시된 바와 같이 데이터가 정상적으로 자화된 경우 즉, 데이터가 트랙 중심에 정상적으로 기록되어 있을 경우에는 오프트랙량이 0인 곳에서 리드 게인이 가장 적고 오프트랙의 정도가 커질수록, +나 -방향으로 모두, 리드 게인도 점점 커지는 특성을 보이게 된다.
- <44> 한편, 도 4(b)에서 도시된 바와 같이 -방향으로 자화된 경우 즉, 데이터가 트랙 중심에서 디스크 중심쪽으로 20% 오프트랙되어 기록된 경우에는 오프트랙량이 -20%인 곳에서 가장 작은 리드 게인을 가지며 반대 방향으로 갈수록 리드 게인이 점점 커지는 특성을 보이게 된다. 오프트랙이 반대 방향인 경우에는 도 4(b)에 도시된 바와 반대되는 특성 즉, 오프트랙량이 +20%인 곳에서 가장 작은 리드 게인을 가지며 반대 방향으로 갈수록 리드 게인이 점점 커지는 특성을 보이게 된다. 따라서, 측정된 리드 게인 특성도를 이용하여 오프트랙의 방향 및 정도를 판단할 수 있게 된다. 여기서, 오프트랙량을 점차적으로 변경시켜가는 범위는 크로스 이레이즈를 유발하지 않는 오프트랙 범위인 것이 바람직하다.
- <45> 리드 게인 커브에서 리드 게인이 가장 작은 위치가 정확한 오프트랙의 정도에 해당한다.
- <46> 오프트랙의 방향은 리드 게인 특성도에 나타나는 리드 게인 커브의 기울기를 판단함에 의해 알 수 있다. 즉, 도 4(b)에 도시된 바와 같이 리드 게인 커브가 왼쪽으로 경

사진 경우에는 -방향의 오프트랙이 되고, 반대로 오른쪽으로 경사진 경우에는 +방향의 오프트랙이 된다.

<47> 오프트랙량을 측정하는 방법은 두 가지가 있다.

<48> 첫째는 오프트랙 측정시 측정을 위한 오프트랙량의 간격을 촘촘하게 하여 오프트랙의 방향과 정도를 한번에 알아내는 방법에 있고, 두 번째는 -, +방향의 한 포인트, 0에서의 한 포인트 총 3개 포인트에서 먼저 측정을 하여 오프트랙의 방향을 판단한 후에 선택된 오프트랙 방향에서 좀더 세밀하게 측정하는 방법에 있다.

<49> 첫 번째 방법에 의하면 먼저 크로스 이레이즈를 유발하지 않는 오프트랙 범위내에서 오프트랙량을 점차적으로 변경시켜가면서 리드 게인을 측정한다.

<50> 측정된 리드 게인 커브의 기울기에 의해 오프트랙의 방향을 결정한다.

<51> 그리고 나서, 측정된 리드 게인을 미분하여 미분치가 최대가 되는 지점의 오프트랙 정도에 의해 오프트랙의 정도를 결정하게 된다.

<52> 두 번째 방법에 의하면, 먼저 트랙 중심 및 트랙 중심에서 +/-방향으로 이결된 두 곳 총 세 곳에서의 리드 게인을 측정하고, 측정된 리드 게인의 기울기에 의해 오프트랙의 방향을 결정한다.

<53> 크로스 이레이즈를 유발하지 않는 오프트랙 범위내에서 오프트랙량을 점차적으로 변경시켜가면서 리드 게인을 측정한다.

<54> 그리고 나서 측정된 리드 게인을 미분하여 미분치가 최대가 되는 지점의 오프트랙 정도에 의해 오프트랙의 정도를 결정하게 된다.

- <55> 첫 번째 방법은 불필요한 측정이 늘어날 우려가 있기 때문에 두 번째 방법이 더욱 바람직하다.
- <56> 결정된 오프트랙량 및 그것과는 약간의 편차를 가지는 오프트랙량들을 이용하여 보다 효율적으로 오프트랙 리트라이 동작을 수행할 수 있다.
- <57> 가령 오프트랙량 측정을 통하여 결정된 오프트랙량이  $x$ 라고 한다면  $x$ 뿐만이 아니라  $x+5$  및  $x-5$ 를 적용하여 데이터를 더 읽어낸다면 더욱 안정된 오프트랙 리트라이를 실현할 수 있게 된다.

#### 【발명의 효과】

- <58> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 오프트랙 리트라이 방법에 의하면 리드 에러가 발생된 위치에서의 오프트랙량을 정확하게 측정하고, 측정된 오프트랙량에 따라 헤드를 오프트랙시켜 데이터를 리드하도록 함으로써 최적의 리트라이 동작을 제공할 수 있게 한다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

디스크 드라이브에서 오프트랙 에러에 의한 리드 에러를 복구하기 위한 오프트랙 리트라이 방법에 있어서,

오프트랙량을 변화시켜가면서 리드 게인(read gain) 특성을 추출하는 과정;

추출된 리드 게인 특성을 참조하여 오프트랙량 즉, 오프트랙의 방향 및 정도를 결정하는 과정;

결정된 오프트랙량을 적용하여 데이터를 리드하는 과정; 및

읽어낸 데이터가 정상적인 지를 판단하고 그 결과에 따라 에러 복구 여부를 판단하는 과정을 포함하는 오프트랙 리트라이 방법.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서, 상기 데이터 리드 과정은

상기 오프트랙량 결정 과정에서 결정된 오프트랙량에 따라 헤드를 트랙 중심으로 부터 오프트랙시켜 리드하는 과정; 및

상기 오프트랙량 결정 과정에서 결정된 오프트랙량에 소정의 편차를 적용하여 얻어진 오프트랙량에 따라 헤드를 트랙 중심으로부터 오프트랙시켜 리드하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 오프트랙 리트라이 방법.

**【청구항 3】**

제1항에 있어서, 상기 오프트랙량 결정 과정은

크로스 이레이즈를 유발하지 않는 오프트랙 범위내에서 오프트랙량을 점차적으로 변경시켜가면서 리드 게인을 측정하는 과정;

측정된 리드 게인 커브의 기울기에 의해 오프트랙의 방향을 결정하는 과정; 및

측정된 리드 게인 커브에서 리드 게인이 가장 작은 지점에 해당하는 오프트랙의 정도를 결정하는 과정을 포함하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 오프트랙 리트라이 방법.

#### 【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 오프트랙량 결정 과정은

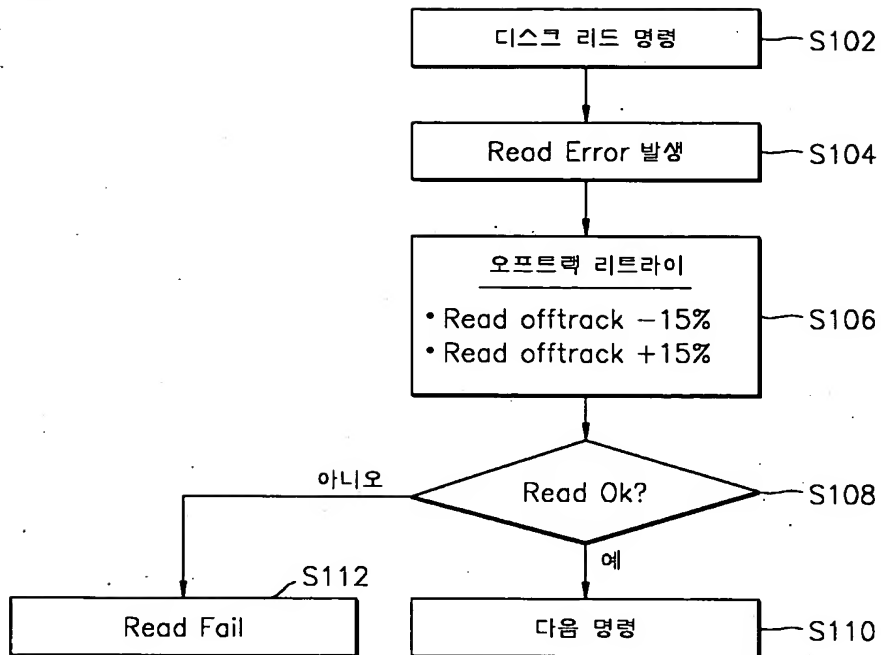
트랙 중심 및 트랙 중심에서 +/-방향으로 이결된 두 곳 총 세 곳에서의 리드 게인을 측정하고, 측정된 리드 게인의 기울기에 의해 오프트랙의 방향을 결정하는 과정;

크로스 이레이즈를 유발하지 않는 오프트랙 범위내에서 오프트랙량을 점차적으로 변경시켜가면서 리드 게인을 측정하는 과정;

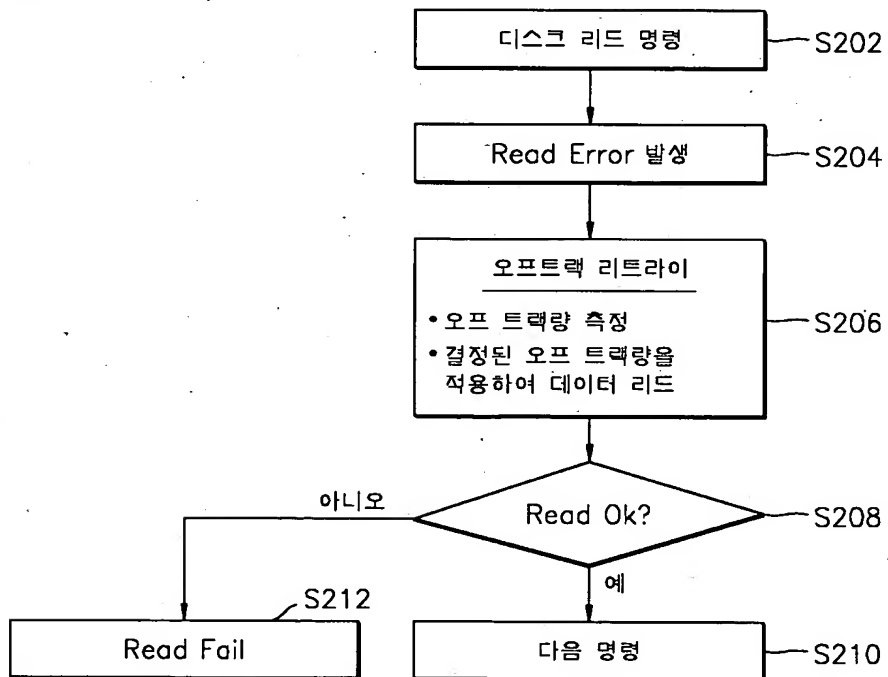
측정된 리드 게인 커브에서 리드 게인이 가장 작은 지점에 해당하는 오프트랙의 정도를 결정하는 과정을 포함하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 오프트랙 리트라이 방법.

【도면】

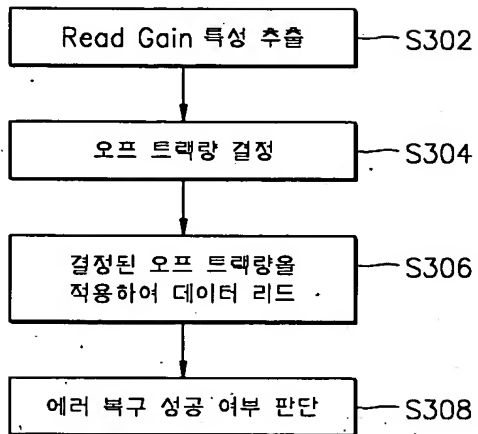
【도 1】



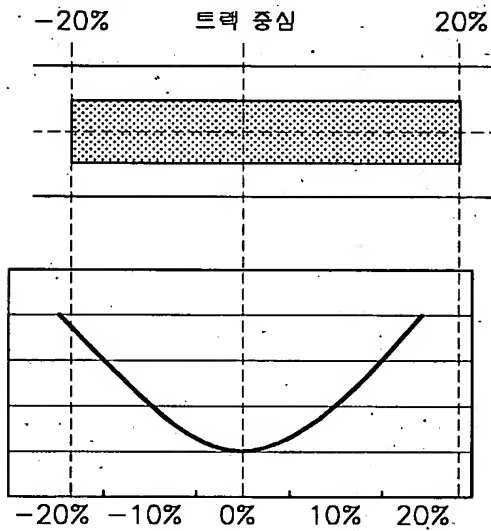
【도 2】



【도 3】



【도 4a】



【도 4b】

